

BEST AVAILABLE COPY

A

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-108523

(43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl.

G01J 3/18  
// G02B 5/32

(21)Application number : 11-292052

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 14.10.1999

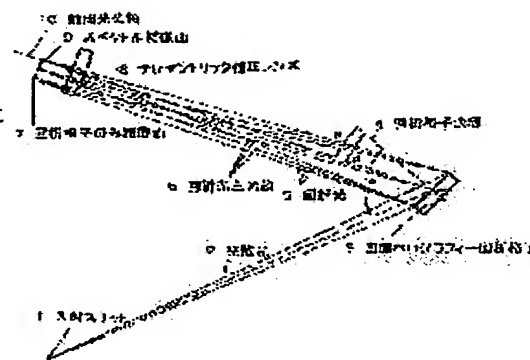
(72)Inventor : ARAKI NOBUHIRO

## (54) SPECTROMETRY INSTRUMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a spectrometry instrument having such reliability that a spectrum position does not move within the surface of a detector against the temperature change, a compact size and light weight in the spectrograph type spectrometry instrument using a concave holography diffraction grating.

**SOLUTION:** The spectrometry instrument is composed of a light source to be measured; the concave holography diffraction grating 3; and a telecentric correcting lens 8 telecentrically focusing diffracted light 5 from a diffraction grating on a spectrum converging surface. By this constitution, spectrum light is made vertically incident on a spectrum image formation surface, move of a spectrum on a light receiving surface is prevented even if a light receiving element in the optical axis direction is moved by temperature change, a converging action which is possessed by the concave holography diffraction grating 3 is actively employed, and the spectrometry instrument with a compact size and light weight can be developed without largely increasing the distance from the grating of only the concave diffraction grating to the spectrum converging surface.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-108523

(P2001-108523A)

(43)公開日 平成13年4月20日(2001.4.20)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

G 0 1 J 3/18

G 0 1 J 3/18

2 G 0 2 0

// G 0 2 B 5/32

G 0 2 B 5/32

2 H 0 4 9

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平11-292052

(22)出願日 平成11年10月14日(1999.10.14)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 荒木 信博

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

Fターム(参考) 2G020 AA03 AA04 CB42 CB43 CC05

CD04 CD22

2H049 AA16 AA25 AA39 AA50 AA58

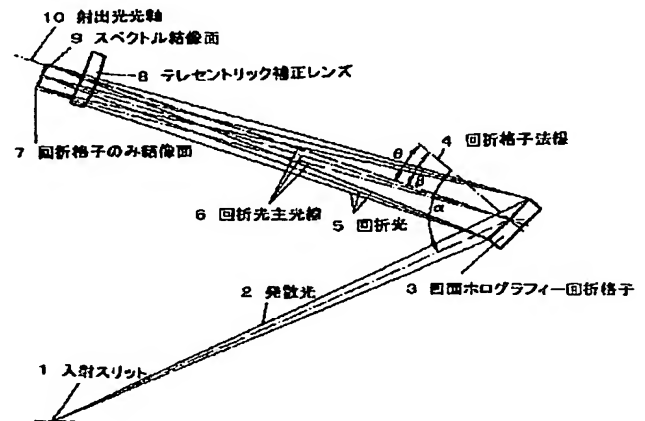
CA01 CA06 CA15 CA17 CA24

## (54)【発明の名称】 分光測定装置

## (57)【要約】

【課題】 凹面ホログラフィー回折格子を用いたスペクトログラフ方式の分光測定装置において、温度変化に対しても検出器面内にてスペクトル位置が移動しない信頼性を持ち、且つ小型軽量の分光測定装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 被測定光源と、凹面ホログラフィー回折格子3と、回折格子からの回折光5をスペクトル集光面にテレセントリックに集光するためのテレセントリック補正レンズ8とで分光測定装置を構成することにより、スペクトル結像面にスペクトル光線が垂直に入射し、温度変化により光軸方向の受光素子が移動しても受光素子面でのスペクトルの移動がなく、かつ凹面ホログラフィー回折格子3の持つ集光作用をそのまま生かしているため、凹面回折格子のみの格子からスペクトル集光面までの間隔を大きく増加させることがなく、小型軽量の分光測定装置にすることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 集光された被測定光源と、凹面の形状にて 2 点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカと、前記凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカの中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光する回折光線集光手段とを有することを特徴とする分光測定装置。

【請求項 2】 凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカから出射した回折光が通過する回折光線集光手段のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに前記回折光線集光手段の前側主平面と前記凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカの中心との間隔が前記回折光線集光手段の焦点距離の $\pm 20\%$ の誤差範囲にて配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の分光測定装置。

【請求項 3】 少なくとも、入射スリットもしくは集光光学系やファイバーにより集光された被測定光源と、凹面の形状にて 2 点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカと、前記凹面ホログラフィー回折格子の中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するための 1 枚以上のレンズ群とから構成されることを特徴とした分光測定装置。

【請求項 4】 凹面ホログラフィー回折格子から出射した回折光が通過する 1 枚以上のレンズ群のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに前記レンズ群の前側主平面と凹面ホログラフィー回折格子中心との間隔が前記レンズ群焦点距離の $\pm 20\%$ の誤差範囲にて配置されていることを特徴とする請求項 3 記載の分光測定装置。

【請求項 5】 少なくとも、入射スリットもしくは集光光学系やファイバーにより集光された被測定光源と、凹面の形状にて 2 点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカと、前記凹面ホログラフィー回折格子の中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するための 1 枚以上の曲率を有する反射ミラー群とから構成されることを特徴とした分光測定装置。

【請求項 6】 凹面ホログラフィー回折格子から出射した回折光が通過する 1 枚以上の曲率を有する反射ミラー群のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに前記反射ミラー群の前側主平面と凹面ホログラフィー回折格子中心との間隔が前記反射ミラー群焦点距離の $\pm 20\%$ の誤差範囲にて配置されていることを特徴とする請求項 5 記載の分光測定装置。

【請求項 7】 少なくとも、入射スリットもしくは集光光学系やファイバーにより集光された被測定光源と、凹面の形状にて 2 点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレ

プリカと、前記凹面ホログラフィー回折格子の中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するための 1 枚以上の曲率を有する反射ミラーと 1 枚以上のレンズ群とから構成されることを特徴とした分光測定装置。

【請求項 8】 凹面ホログラフィー回折格子から出射した回折光が通過する 1 枚以上の曲率を有する反射ミラーと 1 枚以上のレンズ群のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに前記反射ミラーとレンズ群トータルの前側主平面と凹面ホログラフィー回折格子中心との間隔が前記反射ミラーとレンズ群トータル焦点距離の $\pm 20\%$ の誤差範囲にて配置されていることを特徴とする請求項 7 記載の分光測定装置。

【請求項 9】 少なくとも、入射スリットもしくは集光光学系やファイバーにより集光された被測定光源と、凹面の形状にて 2 点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカと、前記凹面ホログラフィー回折格子の中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するための分光方向に曲率を有する 1 枚以上のシリンドリカルレンズ群と非分光方向に曲率を有する 1 枚以上のシリンドリカルレンズ群とから構成されることを特徴とした分光測定装置。

【請求項 10】 凹面ホログラフィー回折格子から出射した回折光が通過する分光方向に曲率を有する 1 枚以上のシリンドリカルレンズ群と非分光方向に曲率を有する 1 枚以上のシリンドリカルレンズ群にて、分光方向に曲率を有する 1 枚以上のシリンドリカルレンズ群のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに分光方向に曲率を有する 1 枚以上のシリンドリカルレンズ群のトータルの前側主平面と凹面ホログラフィー回折格子中心との間隔が、前記分光方向に曲率を有する 1 枚以上のシリンドリカルレンズ群のトータル焦点距離の $\pm 20\%$ の誤差範囲にて配置されていることを特徴とする請求項 9 記載の分光測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はホログラフィー法により製作された凹面ホログラフィー回折格子を用いたスペクトログラフ方式の分光測定装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、凹面ホログラフィー回折格子を用いたスペクトログラフ方式の分光測定装置に関するものとしては、特公昭 62-27681 号や特公昭 63-46371 号に記載されている。

【0003】その構成について、凹面ホログラフィー回折格子露光配置図を図 8 に、分光配置図を図 9 に示しており、図 8 に示すように、ローランド円 20 近傍からの 2 点の露光光源部 21、22 より凹面回折格子 23 に露

光を行い、また図8の露光条件にて露光された凹面回折格子23は図9に示すように設置された入射スリット24から発散された測定光を分光・集光し、スペクトログラフ結像位置25にアレイセンサを設置し分光スペクトル強度を測定するというものである。

【0004】凹面ホログラフィー回折格子は、集光部を回折格子が兼ねているため、通常の平面回折格子と比較して、コリメート鏡、集光鏡が不要なため、装置をコンパクトにでき、さらに露光位置と分光配置にて収差補正を行うことができるため、集光部のスペクトルグラフの収差状態を良好にできる利点がある。

【0005】しかし、上記従来例では、凹面回折格子中心から射出する回折光主光線は平面となるスペクトログラフ形成位置である素子面に斜め入射する構成であるため、図10(a)に示すように温度変化による熱変形により素子面26の位置が変化した場合、素子面26でのスペクトル位置が変動するため、間欠的に参照光により波長補正を行うわねばならないという問題点があった。

【0006】またこのスペクトル位置の変動を防止するためには、図10の(b)に示すように回折光27を素子面26に対し垂直に入射させるテレセントリック配置にする必要があり、前記に示すような平面回折格子とコリメート、集光光学系からなる構成にてその問題を解決できるが、回折格子面が入射瞳位置であるためテレセントリック配置にするためには、回折格子よりスペクトル集光面までの間隔を集光光学系焦点距離の2倍にする必要があり、入射スリットからスペクトログラフ受光面までの光路が増大し、装置が大型化するという問題があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】一般に、アレイ素子を用いたスペクトログラフ方式の分光測定装置においては、高分解能の要求に加えて測定環境とりわけ温度変化に対しても測定精度が変化しないよう高い再現性が要求されている。

【0008】本発明は、このような分光スペクトル強度の検出において、温度変化に対しても検出器面内にてスペクトル位置が移動しない高信頼性を持ち、且つ小型軽量の分光測定装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明での分光測定装置での光学系の構成は、入射スリットもしくは集光光学系やファイバーにより集光された被測定光源と、凹面の形状にて2点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカと、前記凹面ホログラフィー回折格子の中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するための、1枚以上のレンズ群、または1枚以上の曲率を有する反射鏡、あるいはレンズ群と曲面をもつ反射鏡との混生による光学系、等による回折光

線集光手段とから構成したものである。

【0010】本発明によれば、凹面である凹面ホログラフィー回折格子の中心から回折される回折光線の主光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するために1枚以上のレンズ群または曲面をもつ反射鏡、あるいはレンズ群と曲面をもつ反射鏡との混生による光学系等とから構成することにより、スペクトル結像面に設置した受光素子面にスペクトル光線が垂直に入射することから、温度変化により光軸方向に受光素子が移動したとしても受光素子面でのスペクトルの移動がないため、温度環境変化による素子の波長校正を行う必要がなく、かつ凹面ホログラフィー回折格子の持つ集光作用をそのまま生かしているため、凹面回折格子のみである格子からスペクトル集光面までの間隔を大きく増加させることがなく、小型軽量の分光測定装置にすることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、集光された被測定光源と、凹面の形状にて2点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカと、前記凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカの中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光する回折光線集光手段とを有することを特徴とする分光測定装置であり、凹面である凹面ホログラフィー回折格子（もしくはそのレプリカ）の中心から回折される回折光線の主光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するために回折光線集光手段を設置することにより、スペクトル結像面に設置した受光素子面にスペクトル光線を垂直に入射することが可能となるため、温度変化による光軸方向への受光素子の移動に対して受光素子面でのスペクトルの移動を防止する作用を有する。

【0012】本発明の請求項2に記載の発明は、凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカから出射した回折光が通過する回折光線集光手段のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに前記回折光線集光手段の前側主平面と前記凹面ホログラフィー回折格子もしくはそのレプリカの中心との間隔が前記回折光線集光手段の焦点距離の±20%の誤差範囲にて配置されていることを特徴とする請求項1に記載の分光測定装置であり、回折光線集光手段の光軸からスペクトル結像面内でのスペクトル位置までの距離をYmm、回折光線集光手段のトータルの焦点距離をfmmとすると、結像面に入射するスペクトル主光線の入射角度を垂直から $\tan^{-1}(Y/4f)$ 以下の傾きのずれに抑える作用を有する。

【0013】本発明の請求項3に記載の発明は、少なくとも、入射スリットもしくは集光光学系やファイバーにより集光された被測定光源と、凹面の形状にて2点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログ

ラフィー回折格子もしくはそのレプリカと、前記凹面ホログラフィ回折格子の中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するための1枚以上のレンズ群とから構成された分光測定装置としたものであり、凹面である凹面ホログラフィ回折格子の中心から回折される回折光線の主光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するために1枚以上のレンズ群を設置することにより、スペクトル結像面に設置した受光素子面にスペクトル光線を垂直に入射することが可能となるため、温度変化による光軸方向への受光素子の移動に対して受光素子面でのスペクトルの移動を防止する作用を有する。

【0014】本発明の請求項4に記載の発明は、凹面ホログラフィ回折格子から出射した回折光が通過する1枚以上のレンズ群のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに前記レンズ群の前側主平面と凹面ホログラフィ回折格子中心との間隔が前記レンズ群焦点距離の±20%の誤差範囲にて配置されている請求項3記載の分光測定装置としたものであり、レンズ群光軸からスペクトル結像面内でのスペクトル位置までの距離を $Y$ mm、レンズ群トータルの焦点距離を $f$ mmとすると、結像面に入射するスペクトル主光線の入射角度を垂直から $\tan^{-1}(Y/4f)$ 以下の傾きのずれに抑える作用を有する。

【0015】本発明の請求項5に記載の発明は、少なくとも、入射スリットもしくは集光光学系やファイバーにより集光された被測定光源と、凹面の形状にて2点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログラフィ回折格子もしくはそのレプリカと、前記凹面ホログラフィ回折格子の中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するための1枚以上の曲率を有する反射ミラー群とから構成された分光測定装置としたものであり、凹面である凹面ホログラフィ回折格子の中心から回折される回折光線の主光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するために1枚以上の曲率を有する反射ミラー群を設置することにより、スペクトル結像面に設置した受光素子面にスペクトル光線を垂直に入射することが可能となるため、温度変化による光軸方向への受光素子の移動に対して受光素子面でのスペクトルの移動を防止する作用を有する。

【0016】本発明の請求項6に記載の発明は、凹面ホログラフィ回折格子から出射した回折光が通過する1枚以上の曲率を有する反射ミラー群のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに前記反射ミラー群の前側主平面と凹面ホログラフィ回折格子中心との間隔が前記反射ミラー群焦点距離の±20%の誤差範囲にて配置されている請求項5記載の分光測定装置としたものであり、1枚以上の曲率を有する反射ミラー群から射出する光軸からスペクトル結像面内でのスペクトル位置までの距離を $Y$ mm、反射ミラー群トータルの焦点距離を $f$ mmとする

と、結像面に入射するスペクトル主光線の入射角度を垂直から $\tan^{-1}(Y/4f)$ 以下の傾きのずれに抑える作用を有する。

【0017】本発明の請求項7に記載の発明は、少なくとも、入射スリットもしくは集光光学系やファイバーにより集光された被測定光源と、凹面の形状にて2点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログラフィ回折格子もしくはそのレプリカと、前記凹面ホログラフィ回折格子の中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するための1枚以上の曲率を有する反射ミラーと1枚以上のレンズ群とから構成される分光測定装置としたものであり、凹面である凹面ホログラフィ回折格子の中心から回折される回折光線の主光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するために1枚以上の曲率を有する反射ミラーと1枚以上のレンズ群を設置することにより、スペクトル結像面に設置した受光素子面にスペクトル光線を垂直に入射することが可能となるため、温度変化による光軸方向への受光素子の移動に対して受光素子面でのスペクトルの移動を防止する作用を有する。

【0018】本発明の請求項8に記載の発明は、凹面ホログラフィ回折格子から出射した回折光が通過する1枚以上の曲率を有する反射ミラーと1枚以上のレンズ群のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに前記反射ミラーとレンズ群トータルの前側主平面と凹面ホログラフィ回折格子中心との間隔が前記反射ミラーとレンズ群トータル焦点距離の±20%の誤差範囲にて配置されている請求項7記載の分光測定装置としたものであり、1枚以上の曲率を有する反射ミラーと1枚以上のレンズ群により構成される射出光線光軸からスペクトル結像面内でのスペクトル位置までの距離を $Y$ mm、反射ミラー群トータルの焦点距離を $f$ mmとすると、結像面に入射するスペクトル主光線の入射角度を垂直から $\tan^{-1}(Y/4f)$ 以下の傾きのずれに抑える作用を有する。

【0019】本発明の請求項9に記載の発明は、少なくとも、入射スリットもしくは集光光学系やファイバーにより集光された被測定光源と、凹面の形状にて2点の露光光源からの露光により作成された反射型の凹面ホログラフィ回折格子もしくはそのレプリカと、前記凹面ホログラフィ回折格子の中心から回折される回折光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するための分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンドリカルレンズ群と非分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンドリカルレンズ群とから構成される分光測定装置としたものであり、凹面である凹面ホログラフィ回折格子の中心から回折される回折光線の主光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するために分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンドリカルレンズ群と非分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンドリカ

ルレンズ群を設置することにより、スペクトル結像面に設置した受光素子面にスペクトル光線を垂直に入射することが可能となるため、温度変化による光軸方向への受光素子の移動に対して受光素子面でのスペクトルの移動を防止する作用を有する。

【0020】本発明の請求項10に記載の発明は、凹面ホログラフィー回折格子から出射した回折光が通過する分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンジカルレンズ群と非分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンジカルレンズ群にて、分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンジカルレンズ群のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンジカルレンズ群のトータルの前側主平面と凹面ホログラフィー回折格子中心との間隔が、前記分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンジカルレンズ群のトータル焦点距離の±20%の誤差範囲にて配置されている請求項9記載の分光測定装置としたものであり、分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンジカルレンズ群と非分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンジカルレンズ群により構成される射出光線光軸からスペクトル結像面内でのスペクトル位置までの距離を $Y\text{mm}$ 、反射ミラー群トータルの焦点距離を $f\text{mm}$ とすると、結像面に入射するスペクトル主光線の入射角度を垂直から $\tan^{-1}(Y/4f)$ 以下の傾きのずれに抑える作用を有する。

【0021】以下、本発明の実施の形態について、図1～図7を用いて説明する。

【0022】（実施の形態1）図1は本発明に基づく実施の形態を示し、被測定光源である入射スリット1から発した発散光2は、凹面ホログラフィー回折格子3により回折され、この回折光5は射出光光軸10に垂直に配置される回折格子のみの結像面7にてスペクトルが結像する結像関係となっている。このとき、回折格子のみの結像面7へ投影される回折光主光線6は、結像面に対して正確には垂直入射となっていない。

【0023】そのため、凹面ホログラフィー回折格子3の反射面中央からの配置距離にてテレセントリック補正レンズ8を射出光光軸10に設置することにより、テレセントリック補正レンズ8を透過した回折光5はスペクトル結像面9に対して垂直に入射することとなり、スペクトル結像面9に設置したアレイ型受光素子にてそのスペクトログラフの測定を行うというものである。

【0024】このとき、凹面ホログラフィー回折格子3から出射した回折光が通過するテレセントリック補正レンズ8のトータルパワーが正のパワーを有し、さらにテレセントリック補正レンズ8の前側主平面と凹面ホログラフィー回折格子中心との間隔がテレセントリック補正レンズ8の焦点距離の±20%の誤差範囲にて配置することで、テレセントリック補正レンズ8の光軸からスペクトル結像面内でのスペクトル位置までの距離を $Y\text{mm}$ 、テレセントリック補正レンズ8のトータルの焦点距離を

$f\text{mm}$ とすると、結像面に入射するスペクトル主光線の入射角度を垂直から $\tan^{-1}(Y/4f)$ 以下の傾きのずれに抑えることができる。

【0025】そして、温度変化により射出光光軸10方向に受光素子が移動したとしても受光素子面でのスペクトルの移動がないため、温度環境変化による素子の波長校正を行う必要がなく、かつ凹面ホログラフィー回折格子3の持つ集光作用をそのまま生かしているため、凹面回折格子3のみにて集光される結像面7との間隔差を大きく増加させることがなく、小型軽量な分光測定装置にすることができる。

【0026】なお、本実施の形態による実施例として、凹面ホログラフィー回折格子3への入射角 $\alpha$ 、射出角 $\beta$ 、射出光光軸10と回折格子法線4とのなす角 $\theta$ 、凹面ホログラフィー回折格子3の曲率半径 $R$ 、中心部の格子定数 $g$ 、テレセントリック補正レンズ8の焦点距離 $f$ 、凹面ホログラフィー回折格子3中央からテレセントリック補正レンズ8の前側主平面までの間隔 $T$ は、以下のようになる。

入射角 $\alpha=68.755\text{deg}$

射出角 $\beta=21.967\text{deg}$ (波長753nm)、23.638deg(波長768.5nm)、25.331deg(波長784nm)

$\theta=22.124\text{deg}$

曲率半径 $R=454.7\text{mm}$

中心部格子定数 $g=1735.55\text{本/mm}$

焦点距離 $f=438.22\text{mm}$

間隔 $T=432.63\text{mm}$

【0027】（実施の形態2）図2は本発明に基づく実施の形態を示し、（実施の形態1）と同様に被測定光源である入射スリット1から発した発散光2は、凹面ホログラフィー回折格子3により回折され、この回折光5は射出光光軸10に垂直に配置される回折格子のみの結像面7にてスペクトルが結像する結像関係となり、凹面ホログラフィー回折格子3の反射面中央からの配置距離にてテレセントリック補正レンズ8を射出光光軸10に設置することにより、テレセントリック補正レンズ8を透過した回折光5はスペクトル結像面9に垂直に入射することとなり、スペクトル結像面9に設置したアレイ型受光素子にてそのスペクトログラフの測定を行うというものである。

【0028】このときも、凹面ホログラフィー回折格子3から出射した回折光が通過するテレセントリック補正レンズ8のトータルパワーが正のパワーを有し、さらにテレセントリック補正レンズ8の前側主平面と凹面ホログラフィー回折格子中心との間隔がテレセントリック補正レンズ8の焦点距離の±20%の誤差範囲にて配置することで、テレセントリック補正レンズ8の光軸からスペクトル結像面内でのスペクトル位置までの距離を $Y\text{mm}$ 、テレセントリック補正レンズ8のトータルの焦点距離を $f\text{mm}$ とすると、結像面に入射するスペクトル主光線



の入射角度を垂直から  $\tan^{-1}(Y/4f)$  以下の傾きのずれに抑えることができる。

【0029】そして、温度変化により射出光光軸10方向に受光素子が移動したとしても受光素子面でのスペクトルの移動がないため、温度環境変化による素子の波長校正を行う必要がなく、かつ凹面ホログラフィー回折格子3の持つ集光作用をそのまま生かしているため、凹面回折格子3のみにて集光される結像面7との間隔差を大きく増加させることがなく、小型軽量の分光測定装置にすることができる。

【0030】なお、本実施の形態による実施例として、凹面ホログラフィー回折格子3への入射角 $\alpha$ 、射出角 $\beta$ 、射出光光軸10と回折格子法線4とのなす角 $\theta$ 、凹面ホログラフィー回折格子3の曲率半径R、中心部の格子定数g、テレセントリック補正レンズ8の焦点距離f、凹面ホログラフィー回折格子3中央からテレセントリック補正レンズ8の前側主平面までの間隔Tは以下になる。

入射角 $\alpha=61.465\text{deg}$

射出角 $\beta=46.882\text{deg}$ (波長753nm)、49.735deg(波長768.5nm)、52.766deg(波長784nm)

$\theta=47.935\text{deg}$

曲率半径 $R=600.909\text{mm}$

中心部格子定数 $g=2136.09\text{本/mm}$

焦点距離 $f=250.398\text{mm}$

間隔 $T=248.352\text{mm}$ 。

【0031】(実施の形態3) 図3は本発明に基づく実施の形態を示し、凹面ホログラフィー回折格子3より射出側を(実施の形態1)の構成・配置とし、被測定光源に無限共役光である入射光14が入射した場合での構成を示したもので、入射光14を平面鏡13と軸外し放物面鏡12により集光させた被測定光源11について分光測定を行う例である。被測定光源11をこのようにして構成しても、同様の作用、効果が得られる。

【0032】(実施の形態4) 図4は本発明に基づく実施の形態を示し、凹面ホログラフィー回折格子3より射出側を(実施の形態1)の構成・配置とし、被測定光源がファイバーから射出する光線である場合の構成を示したもので、ファイバー15から射出する被測定光源11について分光測定を行う例である。被測定光源11をこのようにして構成しても、同様の作用、効果が得られる。

【0033】(実施の形態5) 図5は本発明に基づく実施の形態を示し、被測定光源である入射スリット1から発した発散光2は、凹面ホログラフィー回折格子3により回折され、この回折光5は回折格子のみの結像面7にてスペクトルが結像する結像関係となっている。このとき、回折格子のみの結像面7へ投影される回折光主光線6は結像面に対し正確には垂直入射となっていない。

【0034】そのため、凹面ホログラフィー回折格子3

の反射面中央からの配置距離にて球面鏡16を射出光光軸10に設置することにより、球面鏡16を反射した回折光5はスペクトル結像面9に対して垂直に入射することとなり、スペクトル結像面9に設置したアレイ型受光素子にてそのスペクトログラフの測定を行うというものである。

【0035】このとき、凹面ホログラフィー回折格子3から射出した回折光が通過する球面鏡16のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに球面鏡16の前側主平面と凹面ホログラフィー回折格子中心との間隔が球面鏡16の焦点距離の $\pm 20\%$ の誤差範囲にて配置することで、球面鏡16の光軸からスペクトル結像面内のスペクトル位置までの距離をYmm、球面鏡16のトータルの焦点距離をfmmとすると、結像面に入射するスペクトル主光線の入射角度を垂直から  $\tan^{-1}(Y/4f)$  以下の傾きのずれに抑えることができる。

【0036】そして、温度変化により射出光光軸10方向に受光素子が移動したとしても受光素子面でのスペクトルの移動がないため、温度環境変化による素子の波長校正を行う必要がなく、かつ凹面ホログラフィー回折格子3の持つ集光作用をそのまま生かしているため、凹面回折格子3のみにて集光される結像面7との間隔差を大きく増加させることがなく、小型軽量の分光測定装置にすることができる。

【0037】なお、本実施の形態による実施例として、凹面ホログラフィー回折格子3への入射角 $\alpha$ 、射出角 $\beta$ 、凹面ホログラフィー回折格子3の曲率半径R、中心部の格子定数g、球面鏡16の焦点距離f、凹面ホログラフィー回折格子3中央から球面鏡16中心つまり主平面までの間隔Tは以下になる。

入射角 $\alpha=60.233\text{deg}$

射出角 $\beta=20.822\text{deg}$ (波長753nm)、22.375deg(波長768.5nm)、23.946deg(波長784nm)

曲率半径 $R=317.439\text{mm}$

中心部格子定数 $g=1626.00\text{本/mm}$

焦点距離 $f=300.000\text{mm}$

間隔 $T=314.015\text{mm}$ 。

【0038】(実施の形態6) 図6は本発明に基づく実施の形態を示し、被測定光源である入射スリット1から発した発散光2は、凹面ホログラフィー回折格子3により回折され、この回折光5は回折格子のみの結像面7にてスペクトルが結像する結像関係となっている。このとき、回折格子のみの結像面7へ投影される回折光主光線6は結像面に対し正確には垂直入射となっていない。

【0039】そのため、凹面ホログラフィー回折格子3の反射面中央からの配置距離にて球面鏡16及びテレセントリック補正レンズ8を設置することにより、球面鏡16を反射しテレセントリック補正レンズ8を透過した回折光5はスペクトル結像面9に対して垂直に入射することとなり、スペクトル結像面9に設置したアレイ型受



光素子にてそのスペクトログラフの測定を行うというものである。

【0040】このとき、凹面ホログラフィー回折格子3から出射した回折光が通過する球面鏡16とテレセントリック補正レンズ8とのトータルパワーが正のパワーを有し、さらに球面鏡16とテレセントリック補正レンズ8とのトータルの前側主平面と凹面ホログラフィー回折格子中心との間隔が球面鏡16とテレセントリック補正レンズ8とのトータル焦点距離の $\pm 20\%$ の誤差範囲にて配置することで、球面鏡16とテレセントリック補正レンズ8により構成される射出光線光軸からスペクトル結像面内内のスペクトル位置までの距離を $Y_{mm}$ 、球面鏡16トータルの焦点距離を $f_{mm}$ とすると、結像面に入射するスペクトル主光線の入射角度を垂直から $\tan^{-1}(Y/4f)$ 以下の傾きのずれに抑えることができる。

【0041】そして、温度変化により光軸方向に受光素子が移動したとしても受光素子面でのスペクトルの移動がないため、温度環境変化による素子の波長校正を行う必要がなく、かつ凹面ホログラフィー回折格子3の持つ集光作用をそのまま生かしているため、凹面回折格子3のみにて集光される結像面7との間隔差を大きく増加させることがなく、小型軽量な分光測定装置にすることができる。

【0042】なお、本実施の形態による実施例として、凹面ホログラフィー回折格子3への入射角 $\alpha$ 、射出角 $\beta$ 、凹面ホログラフィー回折格子3の曲率半径 $R$ 、中心部の格子定数 $g$ 、球面鏡16とテレセントリック補正レンズ8のトータル焦点距離 $f$ 、凹面ホログラフィー回折格子3中央から球面鏡16とテレセントリック補正レンズ8のトータルでの前側主平面までの間隔 $T$ は以下のようになる。

入射角 $\alpha = 60.233\text{deg}$

射出角 $\beta = 20.822\text{deg}$ (波長753nm)、22.375deg(波長768.5nm)、23.946deg(波長784nm)

曲率半径 $R = 317.439\text{mm}$

中心部格子定数 $g = 1626.00\text{本/mm}$

焦点距離 $f = 354.180\text{mm}$

間隔 $T = 352.222\text{mm}$ 。

【0043】(実施の形態7)図7は本発明に基づく実施の形態を示し、被測定光源である入射スリット1から発した発散光2は、凹面ホログラフィー回折格子3により回折され、この回折光5は射出光光軸10に垂直に配置される回折格子のみの結像面7にてスペクトルが結像する結像関係となっている。このとき、回折格子のみの結像面7へ投影される回折光主光線6は結像面に対し正確には垂直入射となっていない。

【0044】そのため、凹面ホログラフィー回折格子3の反射面中央からの配置距離にて分光面内にパワーをもつシリンドリカルレンズ17と非分光面内にパワーをも

つシリンドリカルレンズ18を射出光光軸10に設置することにより、これらのシリンドリカルレンズ17、18を透過した回折光5はスペクトル結像面9に対して垂直に入射することとなり、スペクトル結像面9に設置したアレイ型受光素子にてそのスペクトログラフの測定を行うというものである。

【0045】このとき、凹面ホログラフィー回折格子3から出射した回折光が通過する分光面内にパワーをもつシリンドリカルレンズ17と非分光面内にパワーをもつシリンドリカルレンズ18にて、分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンドリカルレンズ群のトータルパワーが正のパワーを有し、さらに分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンドリカルレンズ群のトータルの前側主平面と凹面ホログラフィー回折格子中心との間隔が、前記分光方向に曲率を有する1枚以上のシリンドリカルレンズ群のトータル焦点距離の $\pm 20\%$ の誤差範囲にて配置することにより、分光面内にパワーをもつシリンドリカルレンズ17と非分光面内にパワーをもつシリンドリカルレンズ18により構成される射出光線光軸からスペクトル結像面内内のスペクトル位置までの距離を $Y_{mm}$ 、レンズ群トータルの焦点距離を $f_{mm}$ とすると、結像面に入射するスペクトル主光線の入射角度を垂直から $\tan^{-1}(Y/4f)$ 以下の傾きのずれに抑えることができる。

【0046】そして、温度変化により射出光光軸10方向に受光素子が移動したとしても受光素子面でのスペクトルの移動がないため、温度環境変化による素子の波長校正を行う必要がなく、かつ凹面ホログラフィー回折格子3の持つ集光作用をそのまま生かしているため、凹面回折格子3のみにて集光される結像面7との間隔差を大きく増加させることがなく、小型軽量な分光測定装置にすることができる。

【0047】なお、本実施の形態による実施例として、凹面ホログラフィー回折格子3への入射角 $\alpha$ 、射出角 $\beta$ 、射出光光軸10と回折格子法線4とのなす角 $\theta$ 、凹面ホログラフィー回折格子3の曲率半径 $R$ 、中心部の格子定数 $g$ 、シリンドリカルレンズ17、18トータルの分光方向面内の焦点距離 $f$ 、凹面ホログラフィー回折格子3中央からシリンドリカルレンズ17、18トータルの分光方向面内の前側主平面までの間隔 $T$ は以下のようになる。

入射角 $\alpha = 66.336\text{deg}$

射出角 $\beta = 23.014\text{deg}$ (波長753nm)、24.700deg(波長768.5nm)、26.407deg(波長784nm)

$\theta = 22.276\text{deg}$

曲率半径 $R = 454.7\text{mm}$

中心部格子定数 $g = 1735.55\text{本/mm}$

焦点距離 $f = 432.41\text{mm}$

間隔 $T = 428.65\text{mm}$ 。

【0048】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、端面であ

る凹面ホログラフィー回折格子の中心から回折される回折光線の主光線をそのスペクトル集光面に対しテレセントリックに集光するために1枚以上のレンズ群または曲面をもつ反射鏡、あるいはレンズ群と曲面をもつ反射鏡との混生による光学系等とから構成することにより、スペクトル結像面に設置した受光素子面にスペクトル光線を垂直に入射することが可能となるため、温度変化により光軸方向に受光素子が移動したとしても受光素子面でのスペクトルの移動がないため、温度環境変化による素子の波長校正を行う必要がなく、かつ凹面ホログラフィー回折格子の持つ集光作用をそのまま生かしているため、凹面回折格子のみである格子からスペクトル集光面までの間隔を大きく増加させることがなく、小型軽量の分光測定装置にすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による分光測定装置の光路断面図

【図2】本発明の一実施の形態による分光測定装置の光路断面図

【図3】本発明の一実施の形態による分光測定装置の光路断面図

【図4】本発明の一実施の形態による分光測定装置の光

路断面図

【図5】本発明の一実施の形態による分光測定装置の光路断面図

【図6】本発明の一実施の形態による分光測定装置の光路断面図

【図7】本発明の一実施の形態による分光測定装置の光路断面図

【図8】従来の凹面ホログラフィー回折格子の露光配置図

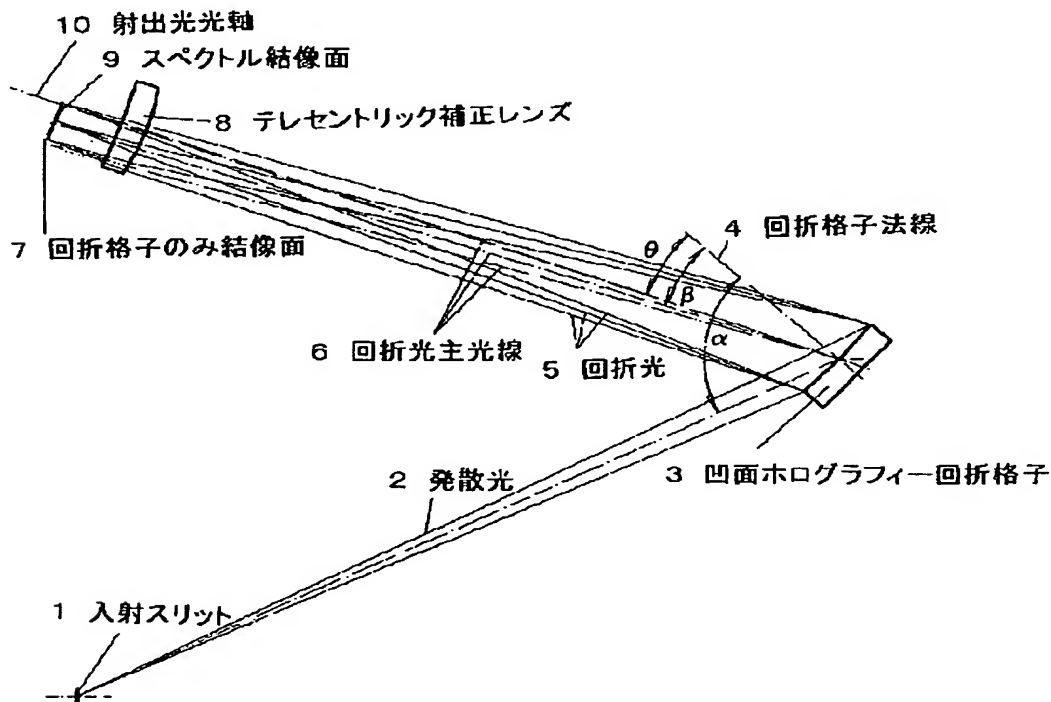
【図9】従来の凹面ホログラフィー回折格子の分光配置図

【図10】素子面と入射光線との関係を示す光路断面図

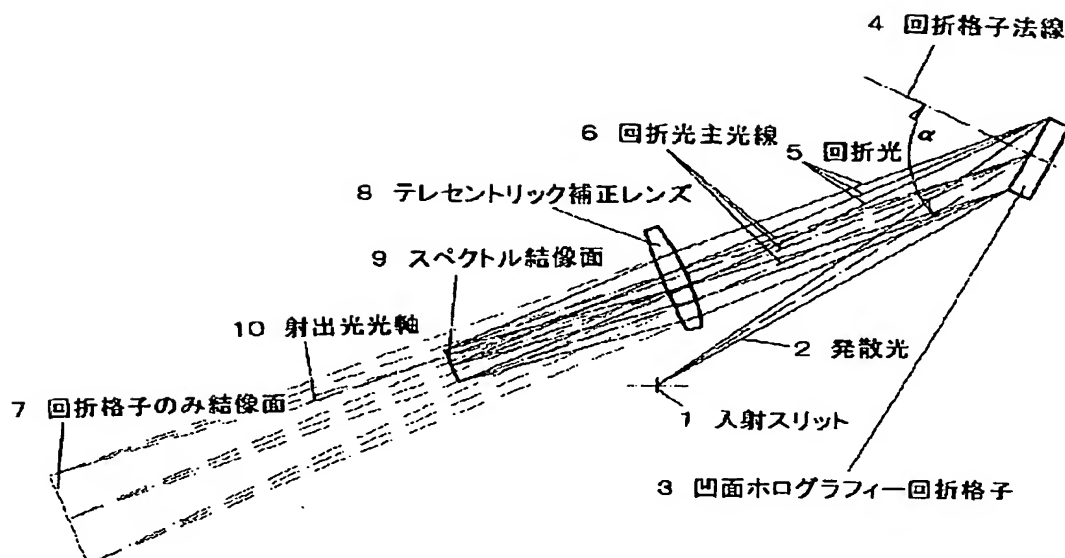
#### 【符号の説明】

- 1 入射スリット
- 2 発散光
- 3 凹面ホログラフィー回折格子
- 4 回折格子法線
- 5 回折光
- 6 回折光主光線
- 7 回折格子のみ結像面
- 8 テレセントリック補正レンズ
- 9 スペクトル結像面
- 10 射出光光軸
- 12 軸外し放物面鏡
- 13 平面鏡
- 15 ファイバー
- 16 球面鏡
- 17 シリンドリカルレンズ（非分光方向曲率あり）
- 18 シリンドリカルレンズ（分光面内曲率あり）

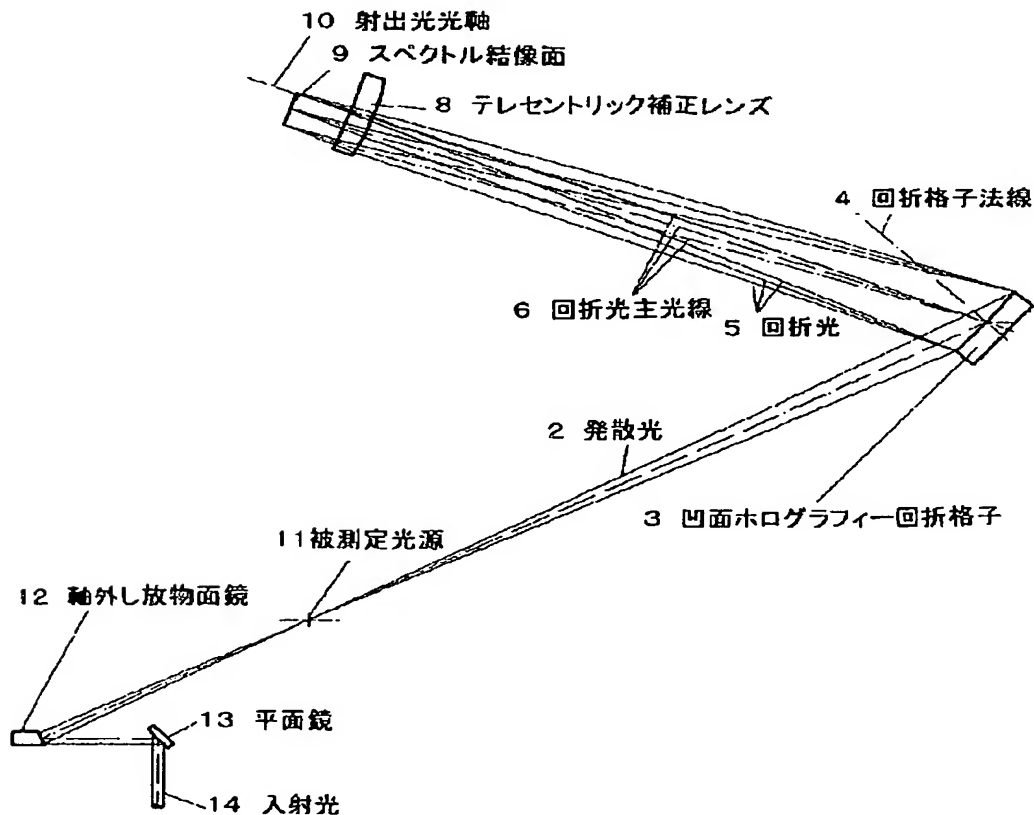
【図1】



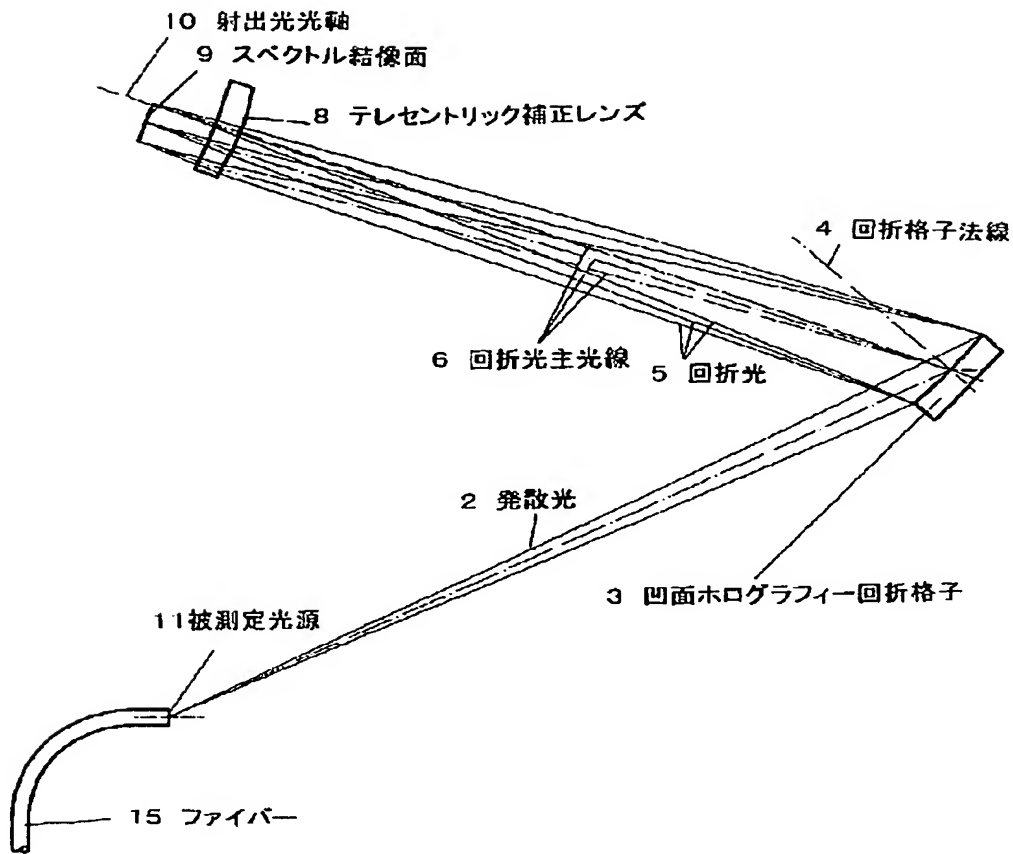
【図2】



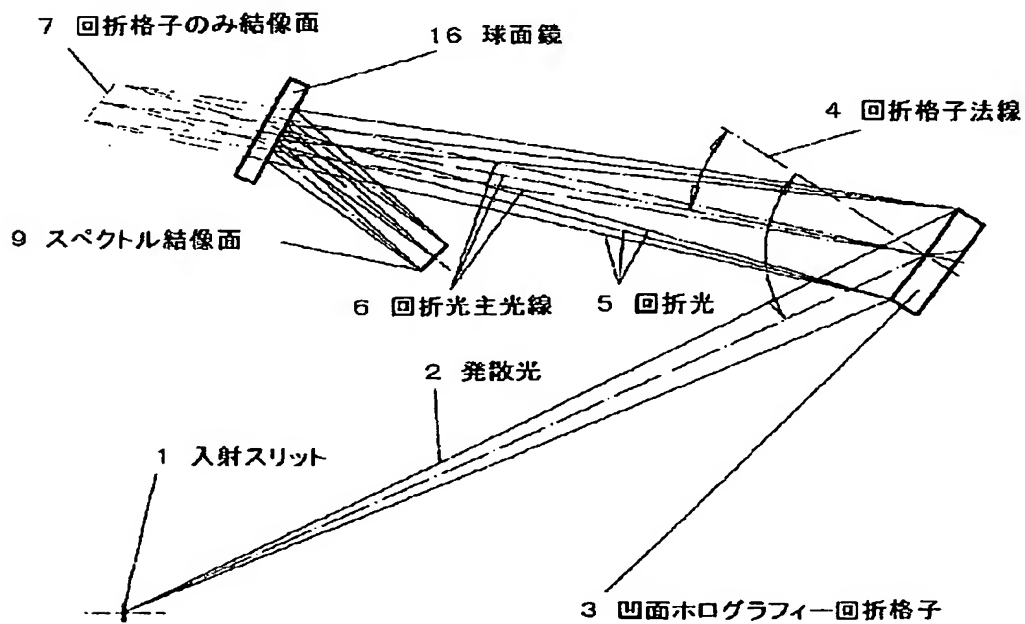
【図3】



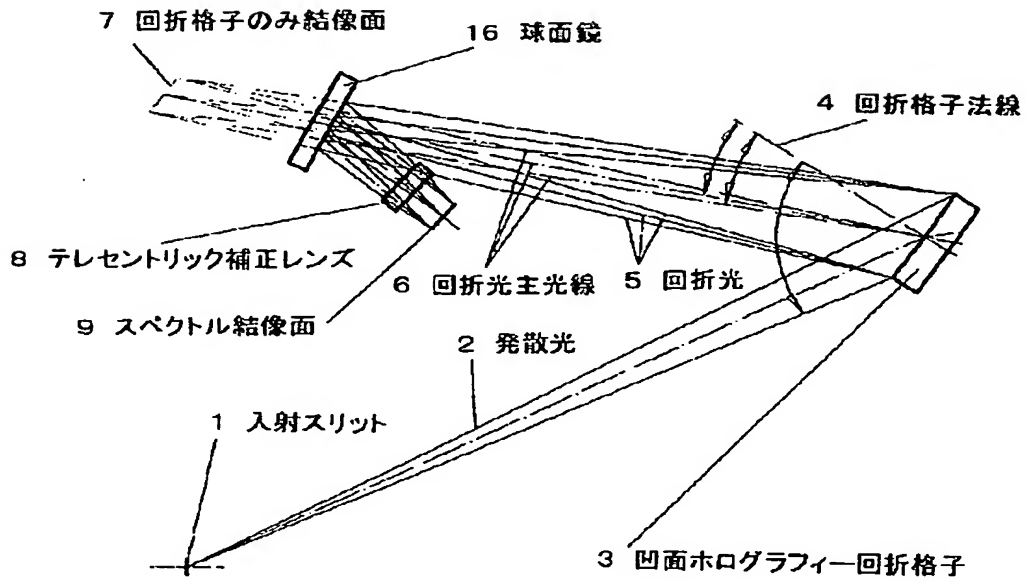
【図4】



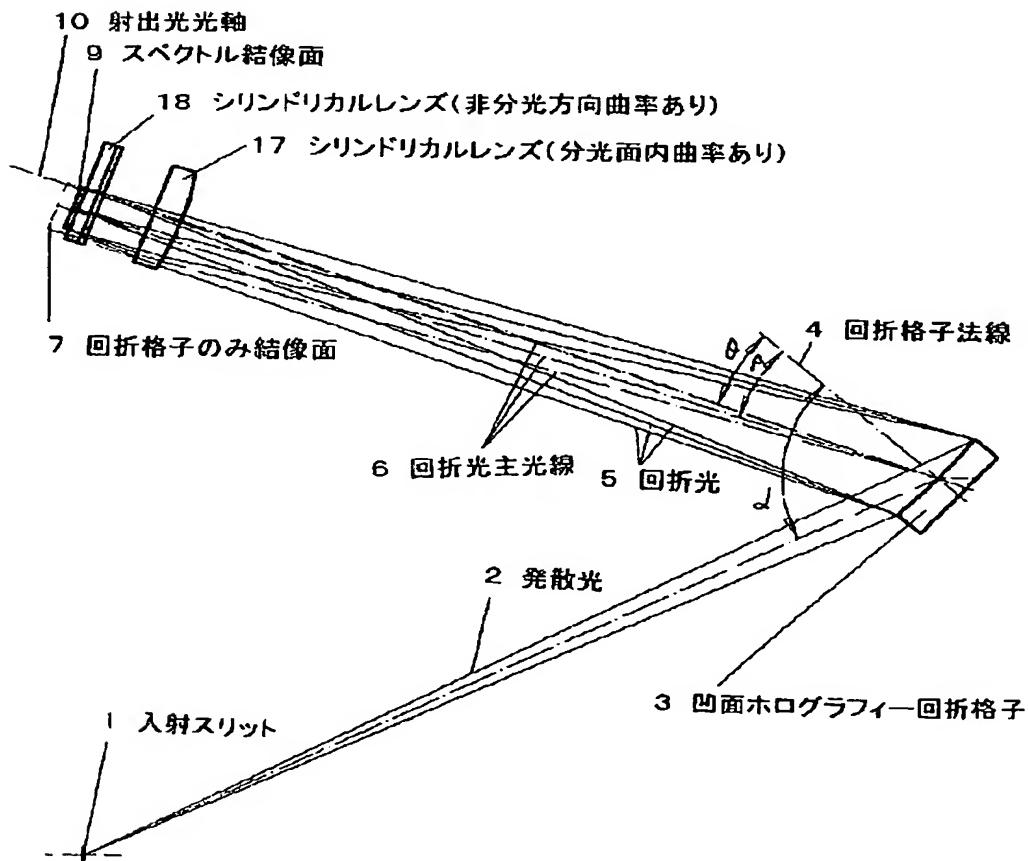
【図5】



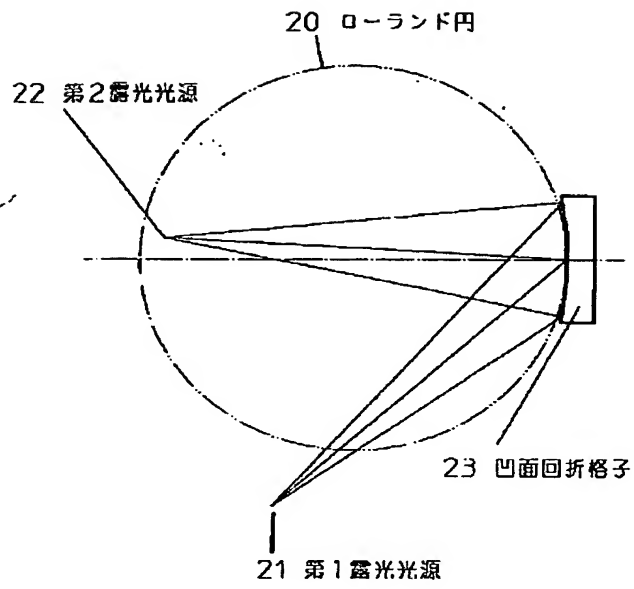
【図6】



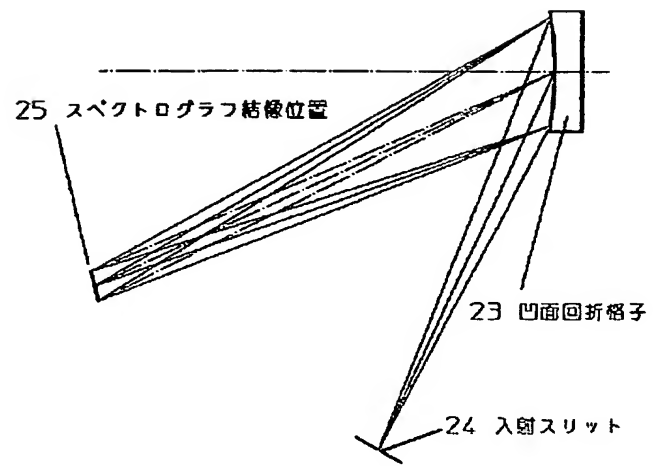
【図7】



【図8】



【図9】



【図 10】

